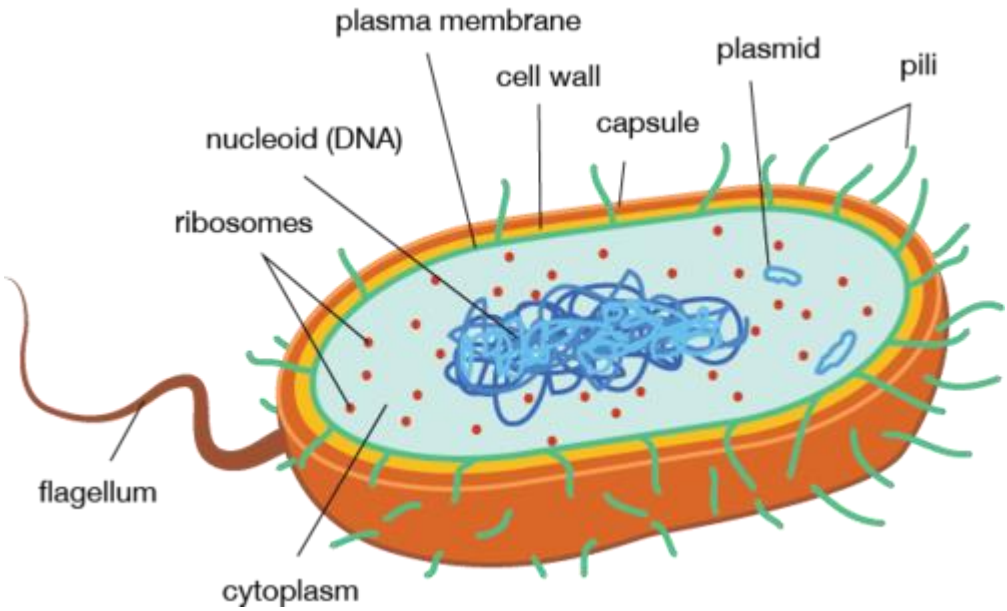
## المادة النووية The Nucleus

ان المنطقة النووية في الخلايا بدائية النواة مثل البكتريا لا تحاط بغشاء نووي، وهذه المنطقة لا تعاني من الانقسامات الخيطية والاختزالية وهذا ما يميزها عن النواة الحقيقية الموجودة في الكائنات الحية الراقية، ومن الناحية التركيبية فان النواة أو المنطقة النووية تظهر في المقاطع العرضية الرقيقة على شكل كتلة ليفية غير منتظمة الشكل تتكون من مادة صبغية كثيفة Chromatin material ، وهي تحتل نصف الى ثلث حجم السايتوبلازم، وتكون خالية من الهستونات التي توجد عادة في نواة الكائنات الراقية، والهستونات هي بروتينات قاعدية وتحتوي البكتريا بدلا عن الهستونات على ما يسمى بالبروتينات المكثفة أو الضاغطة Condensing proteins التي تكون مسؤولة عن تقليص حجم الكروموسوم وحصره بالمنطقة النووية فقط، وتظهر المادة النووية في الخلايا بدائية النواة على غرار الطور البيني interphase في الخلايا حقيقية النواة.



اظهرت صور المجهر الالكتروني بأن الألياف النووية في البكتريا تظهر على شكل خيوط رفيعة يبلغ طول الخيط الواحد بحدود 1400 مايكرومتر وسمكه بحدود 3 نانومتر، وهو خيط مرن ودائري أو حلقي أي ليس لها نهاية حرة، وتوجد بعض أنواع من البكتريا يكون الكروموسوم فيها خطي linear مثل بكتريا *Borrelia burgdorferi* وبكتريا *Vibrio cholerae* ، وقد أظهر التحليل الكيميائي للمادة النووية النقية أنها تتكون من 60% DNA و 30% RNA و 10% بروتين، وأظهرت الدراسات الحديثة أن بعض أنواع البكتريا التي تعود الى رتبة Planctomycetes تحتوي على غشاء يحيط بالمادة النووية، فمثلا بكتريا Pirullela تحتوي على غشاء مفرد حول المادة النووية، بينما بكتريا *Gemmate obscuriglobus* تحتوي على غشاءين حول المادة النووية.

تحتوي البكتريا على تراكيب كروموسومية اضافية Extrachromosomal DNA على شكل حلقي تسمى بالبلازميدات Plasmids والتي تكون مسؤولة عن نقل الصفات الوراثية المؤقتة، وهي تتضاعف بشكل مستقل عن الكروموسوم البكتيري، وتوجد البلازميدات في العديد من بدائية النواة وبعض أنواع الخمائر والفطريات، وتوجد عدة أنواع من البلازميدات منها:

**1- بلازميدات الاقتران Conjugative plasmids**

وهي مسؤولة عن تكوين الأهلاب الجنسية sex pili

**2- بلازميدات المقاومة للمضادات الحيوية Resistance plasmids**

وهي من أخطر أنواع البلازميدات لأنها مسؤولة عن تثبيط عمل المضادات الحيوية من خلال حملها للجينات المسؤولة عن التشفير لبناء الانزيمات المحطمة أو المحورة للمضادات الحيوية.

**3- بلازميدات الكوليسين Colicin plasmids**

وهي البلازميدات المسؤولة عن التشفير لبروتين الكوليسين والذي ينتج من قبل بعض أنواع البكتريا ويعمل على قتل الانواع الأخرى المنافسة لها، وهذا البروتين يقتل البكتريا اما من خلال تحطيم الجدار الخلوي أو تغيير النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي أو عن طريق تحطيم الأحماض النووية DNA و RNA، والجدير بالذكر ان جميع أنواع البلازميدات المشفرة لانتاج البكتريوسين مثل Colicin المنتج من بكتريا *E. coli* و Cloacin المنتج من بكتريا Enterobacter تكون

بلازميدات مؤقتة قد تفقدها البكتريا ماعدا البلازميد المشفر لإنتاج بروتين Pyocins فهو بلازميد موجود ضمن كروموسوم بكتريا *Pseudomonas aeruginosa* ويكون دائمي.

**4- بلازميدات الضراوة Virulence plasmids**

وهي البلازميدات المسؤولة عن التشفير لإنتاج عوامل الضراوة مثل الأنزيم الحال للدم Hemolysin والأنزيم المحلل للبروتين Protease والأنزيم المحلل لليوريا Urease وغيرها من عوامل الضراوة.

**5- البلازميدات الأيضية Metabolic plasmids**

وهي البلازميدات التي تحمل الجينات المشفرة لإنتاج الانزيمات المحطمة لبعض المواد مثل المبيدات الحشرية او الأنزيمات المحللة لسكر اللاكتوز، كما ان بكتريا العقد الجذرية Rhizobium تمتاز باحتوائها على بلازميدات أيضية تحمل الجينات المشفرة لتكوين العقد الجذرية وتثبيت النيتروجين.

بعض انواع البلازميدات تتداخل مع الكروموسوم البكتيري وتصبح جزء منه وتسمى في هذه الحالة Episomes ومن ابرز الأمثلة عليها هي بلازميدات الاقتران التي تمتاز بأنها تتداخل وتتضاعف مع DNA الكروموسومي.

**الابواغ الداخلية في البكتريا Endospores in bacteria**

تمثل مرحلة تكوين الابواغ الداخلية في البكتريا مرحلة السكون او السبات والتي تكون ذات مقاومة عالية للظروف القاسية الخارجية وقلة الغذاء، تتنوع السبورات في البكتريا باختلاف الانواع البكتيرية وذلك اعتمادا على موقع السبور وشكله وحجمه، فحسب الموقع قد يكون السبور مركزي او شبه طرفي او طرفي، وحسب الشكل قد يكون السبور بيضوي او لولبي ، وحسب الحجم فقد يكون السبور منتفخ او غير منتفخ.

ومن أهم خصائص السبورات في البكتريا أنها:

1- تكون مقاومة لعملية الغليان الاعتيادية وكذلك مقاومة للحرارة والمواد المعقمة.

2- تكون السبورات في البكتريا المرضية مقاومة للحرارة ولا يمكن القضاء عليها الا باستخدام عملية التعقيم sterilization بجهاز المؤصدة autoclave بدرجة حرارة 121 درجة مئوية لمدة 15 دقيقة.

3- تسمى عملية تحول السبور الى خلية خضرية بعملية الانبات germination ، وتحدث عملية الانبات بثلاث مراحل هي التنشيط activation والابتداء initiation والنمو النهائي outgrowth .

يتكون البوغ او السبور في البكتريا من الطبقات (من الداخل نحو الخارج) التالية:

**1- اللب core**

يحتوي اللب على المادة النووية البكتيرية (الكروموسوم) وكذلك يحتوي على جميع المكونات الاساسية لبناء البروتين ونظام انتاج الطاقة المعتمد على عملية التحلل السكري glycolysis . ان قدرة السبور على مقاومة الحرارة العالية هي ناتجة عن قلة كمية الماء الموجودة في السبور وكذلك بسبب احتواء السبور على كمية عالية تقدر بـ (5-15%) من وزن السبور الجاف من مادة calicium dipicolinate في منطقة اللب.

**2- جدار السبور spore wall**

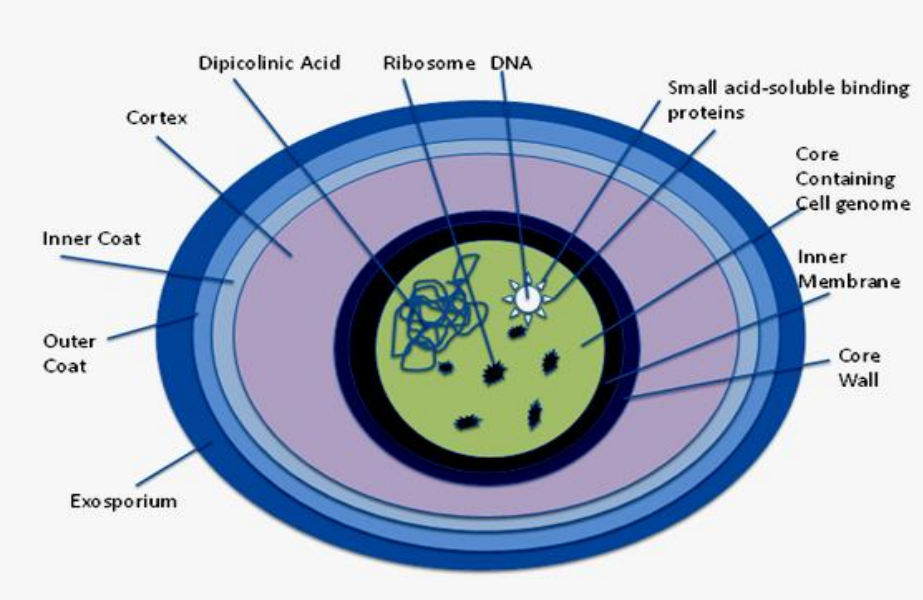
وهو الطبقة الداخلية التي تحيط بالسبور الداخلي، يحتوي هذا الجدار على الببتيدوكلايكان الطبيعي وهو يكون الجدار الخلوي في الخلية الخضرية النامية من السبور.

**3- القشرة cortex**

وهي أسمك طبقة موجودة في السبور الداخلي وتحتوي على ببتيدوكلايكان غير طبيعي، وتكون هذه الطبقة حساسة للأنزيمات الحالة lysozymes وان عملية تحللها ذاتيا" تلعب دورا" كبيرا" في انبات السبور.

**4- الغلاف البروتيني protein coat**

تتكون هذه الطبقة من بروتين يشبه الكيراتين يحتوي على اواصر داخلية ثنائية الكبريت، تعطي هذه الطبقة مقاومة نسبية للسبور تجاه العوامل الكيميائية المضادة للبكتريا كونها طبقة غير نفاذة.




**السبور الداخلي في البكتريا**

**عملية تكوين السبور sporulation**

هي العملية الاولية للتمايز في الخلية البكتيرية لتكوين السبور الداخلي، اذ تمر الخلية البكتيرية بمرحلة سكون تكون ذات مقاومة عالية للظروف الخارجية، وتحدث هذه العملية في البكتريا الهوائية مثل *Bacillus spp.* او البكتريا اللاهوائية مثل *Clostridium spp.* ، تحافظ البكتريا على بقائيتها وعلى نوعها من خلال تكوين السبور الداخلي لفترة أطول من نقص الغذاء والظروف القاسية الاخرى.

تبدأ عملية تكوين السبور عند مرور الخلية بمرحلة من نقص الغذاء، وتمر بعدة مراحل هي:

**1- تكوين الخيط المحوري: formation of axial filament**

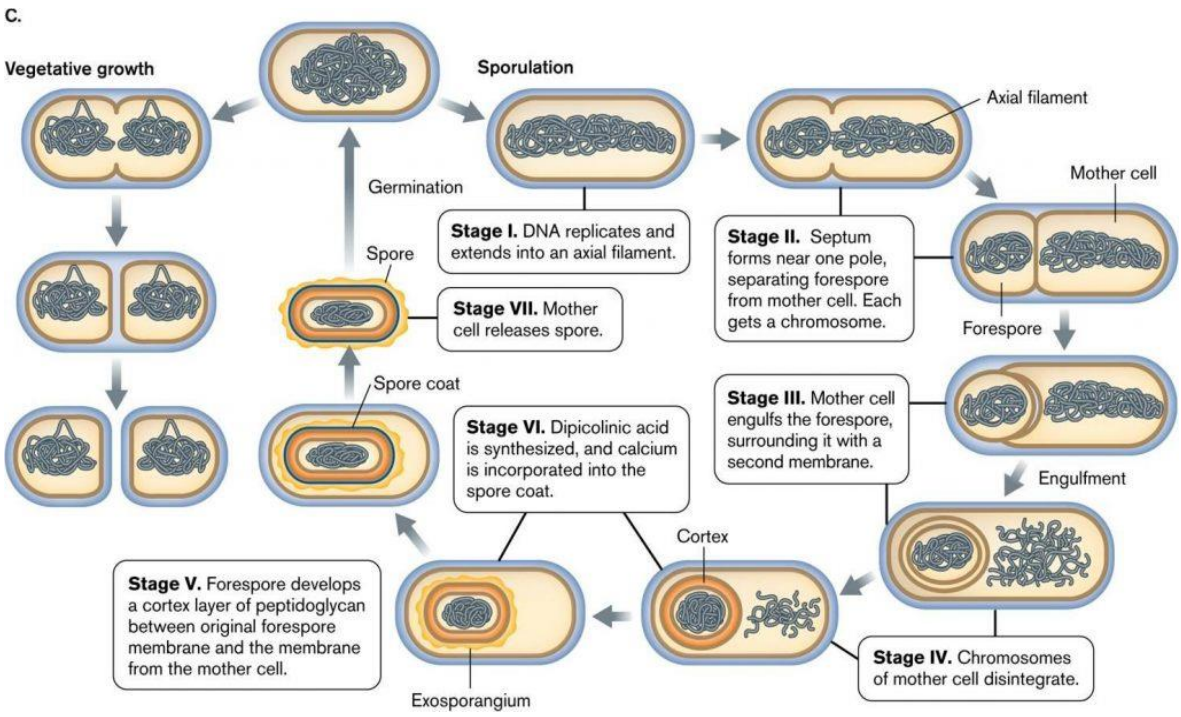
اذ تبدأ هذه المرحلة بتكوين انبعاجات من داخل الغشاء البلازمي لانتاج تركيب غشائي ثنائي الطبقة يستمر بالنمو الى ان يصل الى نقطة التقاء مع الغشاء المتكون من الجهة الثانية من الخلية البكتيرية.

**2- الاحاطة بالسبور النامي engulf the developing spore**

اذ يرتبط غشائي السبور مع بعضهما وينفصل بذلك سايتوبلازم السبور عن سايتوبلازم الخلية الأم لتكوين تركيب محاط بأغلفة متعددة ويحتوي على العديد من الانزيمات اللازمة لعمليات التحلل التي يحتاجها السبور في المستقبل.

**3- تكوين السبور الداخلي المفرد**

اذ ان كل خلية تكون سبور داخلي واحد والذي ينبت بعملية الانبات germination لإنتاج خلية خضرية مفردة single vegetative cell.




عملية تكوين السبورات في البكتريا